

(19)



(11)

EP 2 328 390 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
01.06.2011 Patentblatt 2011/22

(51) Int Cl.:
H05K 1/02 (2006.01) **H02M 7/00** (2006.01)
H05K 7/20 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10014503.6**

(22) Anmeldetag: **11.11.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **19.11.2009 DE 102009053999**

(71) Anmelder: **STILL GmbH**
22113 Hamburg (DE)

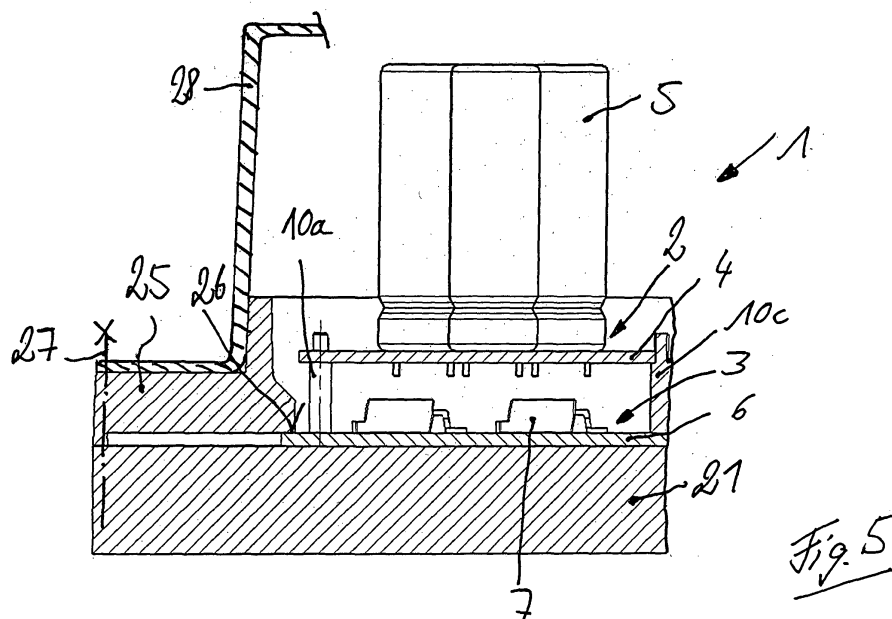
(72) Erfinder:
• **Wilhoeft, Adolf**
22885 Barsbüttel (DE)
• **Schmidt, Niels**
22885 Barsbüttel (DE)
• **Schettgen, Nils Christoph**
22609 Hamburg (DE)

(74) Vertreter: **Geirhos, Johann**
c/o Geirhos & Waller
Landshuter Allee 14
80637 München (DE)

(54) Umrichter mit einem Kühlkörper

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Umrichter (1), insbesondere mehrphasiger Drehstromumrichter, mit einem mindestens einen Leistungshalbleiter (7) aufweisenden Leistungsmodul (3) und einem Kühlkörper (21), wobei das Leistungsmodul (3) von einer Leiterplatte (6) gebildet sind, die mit einer den Leistungshalbleitern (7) gegenüberliegenden Seite an einem Kühlkörper (21) anliegt und mittels mindestens eines Befestigungsmittels (20a; 20b), insbesondere einer Verschraubung, mit dem Kühlkörper (21) in thermischen Kontakt bringbar und an dem Kühlkörper (21) befestigt ist. Zur Lösung der Auf-

gabe, einen derartigen Umrichter zur Verfügung zu stellen, bei dem mit geringem Bauaufwand ein vollflächiges Anliegen der Leiterplatte an dem Kühlkörper erzielt werden kann und ein verbesserter thermischer Kontakt der Leiterplatte mit dem Kühlkörper erzielbar ist, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass zur zusätzlichen Anpressung der Leiterplatte (6) an dem Kühlkörper (21) ein Druckrahmen (25) vorgesehen ist. Der Druckrahmen (25) steht gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung mit dem Umfang der Leiterplatte (6) in Wirkverbindung.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Umrichter, insbesondere mehrphasiger Drehstromumrichter, mit einem mindestens einen Leistungshalbleiter aufweisenden Leistungsmodul und einem Kühlkörper, wobei das Leistungsmodul von einer Leiterplatte gebildet sind, die mit einer den Leistungshalbleitern gegenüberliegenden Seite an einem Kühlkörper anliegt und mittels mindestens eines Befestigungsmittels, insbesondere einer Verschraubung, mit dem Kühlkörper in thermischen Kontakt bringbar und an dem Kühlkörper befestigt ist.

[0002] Derartige mehrphasige Umrichter, beispielsweise dreiphasige Wechselrichter oder Frequenzumrichter, werden zur Speisung von elektrischen Antriebsmaschinen aus einer Gleichspannungsquelle verwendet. Eingesetzt werden derartige Umrichter beispielsweise als Frequenzumrichter, die aus einer Gleichspannungsquelle einen Fahrmotor, beispielsweise einen Asynchronmotor, eines mobilen elektrisch betriebenen Fahrzeugs, beispielsweise eines Flurförderzeugs, ansteuern.

[0003] Die Gleichspannung kann aus einer Batterie oder einem Generator als Gleichspannungsquelle bereitgestellt werden. Als Generator kann ein Gleichspannungsgenerator oder ein Drehstromgenerator eingesetzt werden, dessen erzeugter Drehstrom in einem Gleichrichter gleichgerichtet wird.

[0004] Aus der EP 1 083 599 B1 ist ein Umrichter bekannt, bei dem der elektrische Gleichspannungszwischenkreis von einer Leiterplatte gebildet ist, die oberhalb eines Leistungsmoduls angeordnet ist. Das Leistungsmodul besteht aus mehreren identisch aufgebauten rechteckförmigen Substraten, die an den Längsseiten mit elektrischen Kontaktflächen versehen sind. Die Substrate werden nebeneinander derart angeordnet, dass zwei nebeneinander liegende Kontaktflächen zweier benachbarter Substrate auf demselben Potential liegen und durch eine Anpressvorrichtung in Form von elektrisch leitenden Druckstücken elektrisch kontaktiert werden. Die Druckstücke dienen weiterhin zur Anpressung der Substrate mit der den Leistungshalbleitern gegenüberliegenden Unterseite an einen Kühlkörper, um die Substrate mit dem Kühlkörper in thermischen Kontakt zu bringen und eine Kühlung der Leistungshalbleiter sicherzustellen.

[0005] Durch die Anordnung der Druckstücken an den Längsseiten der rechteckförmigen Substrate ist die Anpressung der Substrate des Leistungsmoduls auf den Kühlkörper auf die Längsbereich der Substrate beschränkt. Durch Erlahmen der Druckkräfte der Druckstücke bei Dauer- oder Wechsellastbetrieb des Umrichters kann es zu einer ungenügenden Anpressung der Substrate an dem Kühlkörper und aufgrund einer Verringerung des thermischen Kontakts zu einer ungenügenden Kühlung des Leistungsmoduls kommen.

[0006] Aus der EP 0 711 107 B1 ist ein gattungsgemäßer Umrichter bekannt, bei dem eine Leiterplatte des

Leistungsmodul mit einer den Leistungshalbleitern gegenüberliegenden Unterseite an einem Kühlkörper anliegt und mittels mindestens eines Befestigungsmittels mit dem Kühlkörper in thermischen Kontakt bringbar und an dem Kühlkörper befestigt ist. Die Befestigungsmittel sind von Verschraubungen gebildet, die in den Kühlkörper eingeschraubt sind und über Metallhülsen als Distanzstücke weiterhin eine über der Leiterplatte des Leistungsmoduls angeordnete Platine halten. Die Verschraubungen sind bei diesem Umrichter im inneren Bereich des rechteckförmigen Aufbaus angeordnet, so dass die Leiterplatte im Bereich der Verschraubungen und des Anlagebereichs der Distanzstücke auf den Kühlkörper geklemmt und verpresst wird. Aufgrund der Anordnung der Distanzstücke und der Verschraubungen im inneren Bereich der rechteckförmigen Leiterplatte des Leistungsmoduls kann ein vollflächiges Anliegen der Leiterplatte mit der Unterseite auf dem Kühlkörper im Betrieb des Umrichters nicht sichergestellt werden, so dass es zu einer Verringerung des thermischen Kontakts mit dem Kühlkörper und zu einer ungenügenden Kühlung des Leistungsmoduls kommen kann.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Umrichter der eingangs genannten Gattung zur Verfügung zu stellen, bei dem mit geringem Bauaufwand ein vollflächiges Anliegen der Leiterplatte an dem Kühlkörper erzielt werden kann und ein verbesserter thermischer Kontakt der Leiterplatte mit dem Kühlkörper erzielbar ist.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zur zusätzlichen Anpressung der Leiterplatte an dem Kühlkörper ein Druckrahmen vorgesehen ist. Der erfindungsgemäße Gedanke besteht somit darin, zusätzlich zu den Befestigungsmitteln, mit denen die Leiterplatte mit dem Kühlkörper in thermischen Kontakt gebracht und mit der den Leistungshalbleitern gegenüberliegenden Unterseite auf den Kühlkörper gepresst wird, einen Druckrahmen vorzusehen, mit dem eine zusätzliche Anpressung der Leiterplatte auf dem Kühlkörper erzielbar ist. Das Leistungsmodul erwärmt sich aufgrund der Abwärme der Leistungshalbleiter im Betrieb, wodurch ein Bi-Metall-Effekt auftritt, der zu einem Abheben der Leiterplatte vom Kühlkörper führen kann. Mit dem erfindungsgemäßen Druckrahmen kann ein derartiges Abheben des Leistungsmoduls von dem Kühlkörper vermieden werden. Mit einem derartigen Druckrahmen kann somit mit geringem Bauaufwand eine zusätzliche Anpressung der Leiterplatte auf den Kühlkörper in den Bereichen erzielt werden, die von den Befestigungsmitteln nicht oder nicht ausreichend erfasst werden, so dass ein vollflächiges Anpressen der Leiterplatte auf dem Kühlkörper erzielt wird. Mit einem derartigen Druckrahmen kann mit geringem Bauaufwand ein vollflächiges Verpressen und Verklemmen der Leiterplatte auf dem Kühlkörper erzielt und ein Abheben der Leiterplatte von dem Kühlkörper wirksam vermieden werden, wodurch ein verbesserter thermischer Kontakt der Leiterplatte mit dem Kühlkörper und somit eine verbesserte Kühlung des Um-

richters im Betrieb erzielt wird.

[0009] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung steht der Druckrahmen mit dem Umfang der Leiterplatte in Wirkverbindung. Bei einem erfindungsgemäßen Umrichter, bei dem die Befestigungsmittel im inneren Bereich der Leiterplatte des Leistungsmoduls angeordnet sind und der Umfang der Leiterplatte von den Befestigungsmitteln nicht ausreichend erfasst wird, kann mit dem Druckrahmen mit geringem Bauaufwand eine umfangsseitige Verpressung und Verklebung der Leiterplatte auf dem Kühlkörper erzielt werden, wodurch bei dem erfindungsgemäßen Umrichter ein vollflächiges Verpressung und Anliegen der Leiterplatte auf dem Kühlkörper sichergestellt werden kann und ein Abheben der Leiterplatte des Leistungsmoduls am Außenumfang sicher vermieden werden kann, so dass der thermische Kontakt verbessert und eine wirksame Kühlung erzielt werden kann.

[0010] Der Druckrahmen ist gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung mit mindestens einer Haltenase, insbesondere einer rahmenförmig umlaufenden Haltenase, versehen, die mit der Oberseite der Leiterplatte an deren Außenumfang zusammenwirkt. Mit einem derartigen Druckrahmen kann mittels der Haltenase mit geringem Bauaufwand die Leiterplatte am Umfang auf den Kühlkörper gepresst und mit dem Kühlkörper verklebt werden.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Druckrahmen mittels mindestens eines Befestigungsmittels, insbesondere einer Schraubverbindung, an dem Kühlkörper befestigbar, wodurch mit geringem zusätzlichem Montageaufwand und Bauaufwand eine Befestigung des Druckrahmens an dem Kühlkörper und somit eine umfangsseitige Anpressung des Leistungsmoduls an dem Kühlkörper erzielt wird.

[0012] Bevorzugt ist ein den Umrichter abdeckender Deckel vorgesehen, der mittels des Befestigungsmittels an dem Druckrahmen befestigbar ist. Die beispielsweise von Schraubverbindungen gebildeten Befestigungsmittel des Druckrahmens erfüllen somit eine Doppelfunktion zur Befestigung des Druckrahmens an dem Kühlkörper und zur Befestigung des Deckels an dem Druckrahmen, so dass sich der Montageaufwand und der Bauaufwand des erfindungsgemäßen Umrichters weiter verringern lassen.

[0013] Die Befestigungsmittel können hierbei über den Umfang des Druckrahmens verteilt werden. Hinsichtlich eines geringen Montageaufwands ergeben sich Vorteile, wenn die Befestigungsmittel jeweils in einem Eckbereich oder den Stirn- und/oder Längsseiten des Druckrahmens angeordnet sind. Hierdurch kann mit einer geringen Anzahl, beispielsweise von entsprechenden Verschraubungen, gebildeten Befestigungsmitteln ein umfangsseitiges Verpressen der Leiterplatte an dem Kühlkörper mittels des Druckrahmens erzielt werden.

[0014] Bei derartigen Umrichtern ist als weitere Randbedingung ein möglichst induktivitätsarmer Aufbau erwünscht. Das Schalten der Leistungshalbleiter des Lei-

stungsmoduls wird durch Streuinduktivität, die aus den Weglängen des mechanischen Aufbaus zwischen einem Gleichstromzwischenkreis und den Leistungshalbleitern des Leistungsmoduls resultieren, erschwert. Diese Streuinduktivität verschlechtert das Schaltverhalten der Leistungshalbleiter und kann zu Überspannungen, die zu einer Zerstörung der Leistungshalbleiter führen können, und erhöhten Schaltverlusten führen. Ursache ist die in der Streuinduktivität, durch großes di/dt erzeugte Selbstinduktionsspannung, welche sich der Zwischenkreisspannung überlagert und zu unzulässig hohen Spannungen und entsprechenden Spannungsspitzen an den Leistungshalbleitern führen kann.

[0015] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung weist der Umrichter einen Gleichspannungszwischenkreis auf, wobei der Gleichspannungszwischenkreis von einer plattenförmigen, mit zumindest einem Kondensator versehenen Platine gebildet ist, wobei die Platine und die Leiterplatte des Leistungsmoduls in parallelen Ebenen übereinander angeordnet sind. Der Aufbau des Umrichters aus einer Platine des Gleichspannungszwischenkreises und einer Leiterplatte des Leistungsmoduls ergibt einen einfachen Aufbau mit wenigen Bauteilen, wobei die stromführenden Verbindungsleitungen von entsprechenden niederinduktiven Leiterbahnen in der Leiterplatte und der Platine mit kurzen Weglängen gebildet werden können. Durch die Anordnung der Platine des Zwischenkreises und der Leiterplatte des Leistungsmoduls in parallelen Ebenen direkt übereinander ist ein geringer Abstand zwischen dem Gleichspannungszwischenkreis und dem Leistungsmodul erzielbar. Bei dem erfindungsgemäßen Umrichter kann somit der für die Streuinduktivitäten verantwortliche Abstand zwischen der Platine des Gleichspannungszwischenkreises und der Leiterplatte des Leistungsmoduls minimiert werden.

[0016] Die Platine des Gleichspannungszwischenkreises und die Leiterplatte des Leistungsmoduls kann über eine Druckkontaktierung elektrisch verbunden sein, die beispielsweise von entsprechenden federbelasteten bzw. verklebten oder verschraubten Druckstücken oder den Befestigungsmitteln der Leiterplatte auf dem Kühlkörper gebildet ist. Besondere Vorteile sind bei dem erfindungsgemäßen Umrichter erzielbar, wenn die Platine des Gleichspannungszwischenkreises und die Leiterplatte des Leistungsmoduls mittels Lötstiften elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind. Die Lötstifte weisen bei dem erfindungsgemäßen Umrichter eine Doppelfunktion auf und dienen neben der elektrischen Kontaktierung der Platine des Zwischenkreises mit der Leiterplatte des Leistungsmoduls weiterhin zur mechanischen Befestigung der Platine des Zwischenkreises an der Leiterplatte des Leistungsmoduls. Die Lötstifte sind zumindest mit der Platine des Gleichspannungszwischenkreises und/oder der Leiterplatte des Leistungsmoduls verlötet. Die Leiterplatte des Leistungsmoduls und die Platine des Gleichspannungszwischenkreises können somit als Vormontagebaugruppe ausge-

bildet werden. Hierdurch wird ein einfacher und kostengünstiger Aufbau ohne zusätzliche Befestigungsmittel erzielt und eine einfache Montage des erfindungsgemäßen Umrichters erzielt. Durch die Anordnung der Platine des Zwischenkreises und der Leiterplatte des Leistungsmoduls direkt übereinander und der Verwendung der Lötstifte zur mechanischen und elektrischen Verbindung kann der Abstand zwischen dem Gleichspannungszwischenkreis und dem Leistungsmodul gegenüber bekannten Umrichteraufbauten weiter verringert werden. Im Gegensatz zu einer Druckkontaktierung ist die Kontaktierung mittels Lötstiften im Dauer- oder Wechsellastbetrieb, vor allem im thermischen Wechsellastbetrieb, über die Lebensdauer des Umrichters funktionssicher. Zudem kann der für die Streuinduktivitäten verantwortliche Abstand zwischen der Platine des Gleichspannungszwischenkreises und der Leiterplatte des Leistungsmoduls durch die Verwendung von Lötstiften zur Kontaktierung im Vergleich zu einer Druckkontaktierung mit Druckstücken weiter minimiert werden. Darüber hinaus weisen Lötstifte einen einfachen Aufbau mit geringem Herstellungsaufwand auf und können auf einfache Weise an der Oberseite der Leiterplatte des Leistungsmoduls bzw. an der Unterseite der Platine des Gleichspannungszwischenkreises montiert werden, insbesondere vollautomatisch bestückt werden, wodurch der Herstellungsaufwand und die Montage des erfindungsgemäßen Umrichters vereinfacht wird.

[0017] Hinsichtlich eines einfachen Bauaufwandes und einer einfachen Montage ergeben sich Vorteile, wenn die Lötstifte gemäß einer bevorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung an der der Platine zugewandten Oberseite der Leiterplatte montiert sind und sich durch Aufnahmebohrungen der Platine erstrecken, wobei die Lötstifte einen Durchmesserabsatz zur Halterung der Platine aufweisen. Die Lötstifte können hierbei mit der Leiterplatte verlötet oder verpresst sein, um mit den stromführenden . Leiterbahnen der Leiterplatte des Leistungsmoduls kontaktiert zu werden. Der Durchmesserabsatz an den Lötstiften ermöglicht hierbei eine einfache Montage und Befestigung der Platine des Gleichspannungszwischenkreises, da die Platine des Gleichspannungszwischenkreises mit den Aufnahmebohrungen auf einfache Weise auf die Lötstifte aufgesteckt und gehalten werden kann.

[0018] Die Leiterplatte ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung als IMS-(Insulated-Metal-Substrate) Leiterplatte ausgebildet, die mit den Leistungshalbleitern bestückt ist. Bei einer derartigen IMS-Leiterplatte können die stromführenden . Leiterbahnen zur Verbindung der Lötstifte mit Anschlüssen der Leistungshalbleiter induktionsarm geführt werden und als Dickschichtmetallbahnen für den . Wärmeabtransport genutzt werden. Zudem kann eine derartige IMS-Leiterplatte auf einfache Weise mit den Leistungshalbleitern und weiteren diskreten Bauelementen sowie den Lötstiften bestückt werden.

[0019] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der

Erfindung sind die Leistungsstromanschlüsse des Leistungsmoduls von jeweils einer streifenförmigen Stromschiene gebildet, die mittels des Befestigungsmittels an mindestens einem Metallkörper befestigt ist und über den Metallkörper mit der Leiterplatte elektrisch verbunden und an der Leiterplatte befestigt ist. Mit derartigen streifenförmigen Stromschienen, die die Leistungsstromanschlüsse und somit die Motorphasenabgänge des Leistungsmoduls bilden und die über mindestens einen Metallkörper und den bereits vorhandenen Befestigungsmitteln mit der Leiterplatte elektrisch verbunden und an der Leiterplatte des Leistungsmoduls befestigt sind, ermöglichen bei einem geringen Bauaufwand und Montageaufwand eine stabile Ausführung der Motorphasenabgänge durch entsprechende Gestaltung der Stromschienen und eine einfache und stabile Befestigung der Stromschienen an der Leiterplatte des Leistungsmoduls, wodurch sich der Aufbau des Umrichters hinsichtlich einer kostengünstigen Bauweise und einer einfachen Montage weiter verbessern lässt. Die Leistungsstromanschlüsse des Leistungsmoduls und somit die Motorphasenabgänge können von derartigen streifenförmigen Stromschienen mit geringem Bauaufwand gebildet werden. Ein besonders einfacher Aufbau mit einem geringen Montageaufwand des erfindungsgemäßen Umrichters ist hierbei erzielbar, da die Befestigungsmittel, mittels denen die Leiterplatte an dem Kühlkörper befestigt sind, weiterhin zur Befestigung der Stromschienen an den Metallkörper dienen. Die Stromschienen werden somit mittels der Befestigungsmittel an den Metallkörpern befestigt und auf die Metallkörper gepresst, wodurch auf einfache und kostengünstige Weise eine elektrische Kontaktierung der Stromschienen mit den Metallkörpern und Befestigung der Stromschienen an den Metallkörpern erzielbar ist. Die Befestigungsmittel erfüllen somit eine Doppelfunktion und dienen einerseits zur Befestigung der Stromschienen an den Metallkörpern und somit zur elektrischen Kontaktierung der Stromschienen und andererseits zur mechanischen Befestigung der Leiterplatte auf dem Kühlkörper. Durch diese Doppelfunktion der beispielsweise von Verschraubungen gebildeten Befestigungsmittel sind keine zusätzlichen Befestigungsmittel zur Befestigung der Stromschienen an den Metallkörpern erforderlich. Mit den Verschraubungen lassen sich die Befestigung und elektrische Kontaktierung der Stromschienen und die . Befestigung des Leistungsmoduls an dem Kühlkörper in kostengünstiger Weise bei geringem Montageaufwand und platzsparend realisieren.

[0020] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Stromschienen oberhalb der Platine angeordnet und erstrecken sich die Metallkörper durch jeweils eine Ausnehmung der Platine. Hierdurch kann eine besonders platzsparende Anordnung der Stromschienen in einer weiteren parallelen Ebene oberhalb der Platine des Gleichspannungszwischenkreises erzielt werden. Durch die Anordnung der Stromschienen oberhalb der Platine des Gleichspannungszwischenkreises

wird hierbei eine gute Zugänglichkeit der Befestigungsmittel für eine einfache Montage der Stromschienen erzielt.

[0021] Bevorzugt sind hierbei die Stromschienen zwischen den Kondensatoren des Gleichspannungszwischenkreises angeordnet, die auf der Platine angeordnet sind, wodurch sich eine platzsparende und bauraumsparende Anordnung der Stromschienen innerhalb der Bauhöhe der Kondensatoren des Gleichspannungszwischenkreises erzielen lässt.

[0022] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist die Stromschiene in einem seitlich neben der Platine angeordneten und aus dem Druckrahmen herausgeführten Bereich mit einem Anschluss, insbesondere einem Bolzen, für einen Leistungsstromabgriff versehen. Die Stromschienen der Leistungsstromanschlüsse können durch die Anordnung zwischen den Kondensatoren des Gleichstromzwischenkreises auf einfache Weise seitlich aus der Platine und aus dem Druckrahmen herausgeführt werden und in dem seitlich herausgeführten Bereich mit einem Anschluss als Motorphasenabgänge versehen werden. Hierdurch ergibt sich bei geringem Bauaufwand eine gute Zugänglichkeit für die Motorphasenabgänge, an denen entsprechende Motorkabel sicher und bei guter Zugänglichkeit angeschlossen werden können.

[0023] Hinsichtlich eines geringen Bauraumbedarfs sind weitere Vorteile erzielbar, wenn die Stromschiene im Bereich des Anschlusses in Richtung zu der Platine abgekröpft ist. Bei den oberhalb der Platine angeordneten Stromschienen kann durch eine entsprechende Abkröpfung nach unten in Richtung der Platine eine Anordnung der von den beispielsweise als Bolzen ausgebildeten Anschlüssen in bauraumsparender Weise innerhalb der Höhenerstreckung der auf der Platine angeordneten Kondensatoren erzielt werden.

[0024] Der Metallkörper ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform als Hülse ausgebildet, wobei das Befestigungsmittel als isolierte Verschraubung ausgebildet ist und die Stromschiene mittels der isolierten Verschraubung an der Hülse befestigt ist. Mit elektrisch isolierten Verschraubungen kann die Doppelfunktion der Verschraubungen auf einfache Weise erzielt werden und die Verschraubungen einerseits zur Befestigung der Stromschienen an den Hülse und zur elektrischen Kontaktierung der Motorphasenabgänge und andererseits zur mechanischen Befestigung der Leiterplatte auf dem Kühlkörper genutzt werden.

[0025] Der Metallkörper kann hierbei zur elektrischen Kontaktierung mit den stromführenden Leiterbahnen der Leiterplatte des Leistungsmoduls verlötet sein. Eine Lötverbindung ermöglicht mit geringem Herstellungsaufwand eine elektrische Kontaktierung der Metallkörper mit der Leiterplatte des Leistungsmoduls und eine Befestigung der Metallkörper auf der Leiterplatte.

[0026] Hinsichtlich eines geringen Bauaufwandes und eines einfachen Aufbaus ergeben sich Vorteile, wenn der von einer Hülse gebildete Metallkörper gemäß einer be-

vorzugten Ausgestaltungsform der Erfindung mittels des Befestigungsmittels mit der Leiterplatte des Leistungsmoduls verpressbar ist. Hierdurch kann von der bereits vorhandenen Verschraubung zur Befestigung der Stromschiene an der Hülse und zur Befestigung der Leiterplatte auf dem Kühlkörper ebenfalls die Hülse an der Leiterplatte befestigt und mit der Leiterplatte elektrisch kontaktiert werden.

[0027] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden anhand der in den schematischen Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierbei zeigt

Figur 1 eine perspektivische Explosionsdarstellung des erfindungsgemäßen Umrichters,

Figur 2 den Umrichter in einer weiteren Explosionsdarstellung,

Figur 3 einen Schnitt entlang der Linie A-A der Figur 1,

Figur 4 einen Schnitt entlang der Linie B-B der Figur 1 mit angebaute Stromschiene und Kühlkörper und

Figur 5 eine Detailansicht des Umrichters mit einem umfangsseitig angeordneten Druckrahmen.

[0028] In den Figuren 1 und 2 ist ein Umrichter 1, beispielsweise ein dreiphasiger Drehstromumrichter als Frequenzumrichter, zur Ansteuerung eines elektrischen Motors dargestellt.

[0029] Der Umrichter 1 weist einen Gleichspannungszwischenkreis 2 und ein Leistungsmodul 3 auf. Der Gleichspannungszwischenkreis 2 ist von einer plattenförmigen Platine 4 gebildet, die mit Kondensatoren 5 versehen ist. Das Leistungsmodul 3 ist von einer Leiterplatte 6, bevorzugt einer IMS-Leiterplatte, gebildet, die mit Leistungshalbleitern 7, beispielsweise Leistungstransistoren, und weiteren diskreten Bauteilen bestückt ist.

[0030] Der erfindungsgemäße Umrichter 1 weist einen Aufbau mit drei identischen Halbbrücken H1, H2, H3 auf, die jeweils von mehreren Leistungshalbleitern 7 gebildet werden können.

[0031] Die Leistungshalbleiter 7 des Leistungsmoduls 3 sind jeweils mit einem Minuspol und einem Pluspol des Gleichspannungszwischenkreises 2 verbunden. Die Leistungshalbleiter 7 einer Halbbrücke H1 bzw. H2 bzw. H3 sind jeweils zu einem der drei stromführenden Motorphasenausgänge zusammengeschlossen.

[0032] Bei dem erfindungsgemäßen Umrichter 1 sind die Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 und die Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 sandwichartig übereinander angeordnet, wobei die Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 direkt oberhalb der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 in einer weiteren parallelen Ebene angeordnet ist. Zur elektrischen Kontaktierung und mechanischen Verbindung des Gleich-

spannungszwischenkreises 2 und des Leistungsmoduls 3 sind mehrere oberflächenmontierte Lötstifte 10a, 10b, 10c vorgesehen.

[0033] In den Figuren 1 und 2 ist weiterhin ein Kühlkörper 21, ein Druckrahmen 25 und ein Deckel 28 dargestellt, die später genauer beschrieben werden.

[0034] Wie aus der Figur 3 ersichtlich ist, sind die Lötstifte 10a bzw. 10b hierbei an den Außenseiten, beispielsweise den Längsseiten, des Umrichters 1 symmetrisch angeordnet, wobei die Lötstifte 10a und 10b beispielsweise den Pluspol bilden. In einer Längsmittlebene des Umrichters 3 sind weitere Lötstifte 10c angeordnet, die beispielsweise den Minuspol bilden.

[0035] Zur elektrischen Kontaktierung einer Steuerleitung der Leistungshalbleiter 7 in der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 können nicht näher dargestellte Steckverbindungen vorgesehen werden.

[0036] Die Lötstifte 10a, 10b, 10c sind an der Oberseite der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 angeordnet und in der Leiterplatte 6 bestückt, bevorzugt mit der Leiterplatte 6 verlötet, wodurch diese mit entsprechenden stromführenden Leiterbahnen der Platine 6 elektrisch kontaktiert sind und an der Leiterplatte 6 befestigt sind. Die Lötstifte 10a, 10b, 10c weisen am oberen Ende einen Durchmesserabsatz 11 auf, wobei sich die Lötstifte 10a, 10b, 10c mit dem verringerten Durchmesser durch eine an den Durchmesser der Lötstifte angepasste Aufnahmebohrung 12 der Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 erstrecken. Hierdurch kann die Platine 4 mit geringem Montageaufwand auf die oberflächenmontierten Lötstifte 10a, 10b, 10c mit den Aufnahmebohrungen 12 aufgesteckt werden und an den Durchmesserabsätzen 11 der Lötstifte 10a, 10b, 10c im Abstand zu der Leiterplatte 6 gehalten werden. Durch Verlöten der Lötstifte 10a, 10b, 10c mit entsprechenden Leiterbahnen der Platine 4 des Gleichstromzwischenkreises 2 kann die elektrische Kontaktierung der Lötstifte 10a, 10b, 10c mit der Platine 4 und die mechanische Verbindung der Platine 4 mit der Leiterplatte 6 auf einfache Weise hergestellt werden.

[0037] Die drei Phasenabgänge der Motorphasen und somit die Leistungsstromanschlüsse des erfindungsgemäßen Umrichters 1 werden - wie aus der Figur 1 ersichtlich ist - von jeweils einer streifenförmigen Stromschiene 15 gebildet, von denen in der Figur 4 der Phasenabgang der Halbbrücke H1 dargestellt ist. Die Phasenabgänge der Halbbrücken H2 und H3 sind - wie aus der Figur 1 ersichtlich ist - identisch aufgebaut. Die von einem flachstahlförmigen, beispielsweise Kupfer- oder Stahlbauteil, gebildete Stromschiene 15 ist bei dem erfindungsgemäßen Umrichter 1 oberhalb der Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 in einer weiteren parallelen Ebene angeordnet und steht mittels mindestens eines von einer Hülse gebildeten elektrisch leitenden Metallkörpers 16a, 16b mit den Ausgängen der zugeordneten Leistungshalbleiter 7 der entsprechenden Halbbrücke H1, H2 bzw. H3 in Verbindung. Die Stromschienen 15 sind hierbei innerhalb der Höhererstreck-

kung der Kondensatoren 5 des Gleichspannungszwischenkreises 2 angeordnet.

[0038] Die Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 ist zur isolierenden Durchführung der Metallkörper 16a, 16b mit jeweils einer entsprechenden bohrensförmigen Ausnehmung 17 versehen, deren Durchmesser größer als der Außendurchmesser der Hülsen ist. Die von den Hülsen gebildeten Metallkörper 16a, 16b stehen hierbei mit der unteren Stirnseite mit stromführenden Leiterbahnen der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 in Kontakt. Auf die obere Stirnseite der von den Hülsen gebildeten Metallkörper 16a, 16b ist die entsprechende Stromschiene 15 aufgesetzt.

[0039] Wie in Verbindung mit der Figur 1 ersichtlich ist, sind die Stromschienen 15 zwischen den Kondensatoren 5 der jeweiligen Halbbrücke H1, H2, H3 angeordnet und an dem in der Figur 4 linken Seite aus dem Umrichteraufbau seitlich herausgeführt und an dem herausragenden Ende mit einem Anschluss 18, insbesondere einem Bolzen, für einen Leistungsstromabgriff als Motorphasenabgang versehen.

[0040] In dem seitlich herausgeführten Bereich ist die Stromschiene 15 nach unten in Richtung der Platine 4 und der Leiterplatte 6 abgekröpft, um eine platzsparende Anordnung der Anschlüsse 18 innerhalb der Höhererstreckung des Umrichters 1 zu erzielen.

[0041] Zur Befestigung der Stromschiene 15 auf den Metallkörpern 16a, 16b ist jeweils ein, beispielsweise als Verschraubung ausgebildetes Befestigungsmittel 20a, 20b vorgesehen, mit der die Stromschiene 15 an den Metallkörpern 16a, 16b befestigt und elektrisch kontaktiert wird. Die Metallkörper 16a, 16b sind hierbei bevorzugt mit der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 verlötet. Das von der Verschraubung gebildete Befestigungsmittel 20a, 20b ist hierbei in einer Aufnahmebohrung der Hülse konzentrisch zu der Hülse angeordnet.

[0042] In der Figur 4 ist weiterhin der Kühlkörper 21 des erfindungsgemäßen Umrichters 1 dargestellt, auf dem die Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 zu dessen Kühlung mit der den Leistungshalbleitern 7 gegenüberliegenden Unterseite aufliegt.

[0043] Bei dem erfindungsgemäßen Umrichter 1 weisen die Befestigungsmittel 20a, 20b eine Doppelfunktion auf und dienen neben der Verpressung der Stromschienen 15 mit den Metallkörpern 16a, 16b und somit der Funktion Befestigung der Stromschienen 15 und elektrischer Kontaktierung der Motorphasenabgänge weiterhin zur Funktion Befestigung und Verpressung des Leistungsmoduls 3 auf dem Kühlkörper 21.

[0044] Die Befestigungsmittel 20a, 20b sind hierbei jeweils von elektrisch isolierten Schrauben gebildet, die sich durch die von den Hülsen gebildeten Metallkörper 16a, 16b erstrecken und in entsprechende Gewindeaufnahmen 22a, 22b des Kühlkörpers 21 eingeschraubt werden können. Zur Isolation der Befestigungsmittel 20a, 20b ist jedes Befestigungsmittel 20a, 20b mit einer Isolationshülse 23a, 23b versehen, die zwischen dem Schraubenkopf des als Verschraubung ausgebildeten

Befestigungsmittels 20a, 20b und der Oberseite der Stromschiene 15 eingespannt ist und sich nach unten in die Hülse erstreckt, um den Schraubenkopf und den Schraubenschaft des als Verschraubung ausgebildeten Befestigungsmittels 20a, 20b gegenüber der Stromschiene 15 und dem entsprechenden Metallkörper 16a bzw. 16b elektrisch zu isolieren.

[0045] Durch das Verschrauben der Befestigungsmittel 20a, 20b in dem Kühlkörper 21 können weiterhin von den Befestigungsmitteln 20a, 20b die Metallkörper 16a, 16b mit der unteren Stirnseite an die stromführenden Leiterbahnen der Leiterplatte 6 alternativ zu einer Lötverbindung gepresst werden, wodurch von den Befestigungsmitteln 20a, 20b zusätzlich die elektrische Kontaktierung der Metallkörper 16a, 16b mit der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 und somit die elektrische Kontaktierung der Motorphasenabgänge erzielt wird.

[0046] Wie aus der Figur 1 ersichtlich ist, erfolgt der Anschluss des Gleichspannungszwischenkreises 2 an den Pluspol und den Minuspol ebenfalls über streifenförmigen Stromschiene 35, 36, die im Aufbau den Stromschienen 15 der drei Motorphasenabgänge ähnlich sind. Die beispielsweise den Pluspol bildenden Stromschiene 35 ist hierbei zwischen den Kondensatoren der benachbarten Halbbrücken H1 und H2 angeordnet. Die den Minuspol bildenden Stromschiene 36 ist zwischen den Kondensatoren der benachbarten Halbbrücken H2 und H3 angeordnet. Die Stromschienen 35, 36 sind zur selben Seite wie die Stromschienen 15 seitlich aus dem Umrichter 1 herausgeführt und in dem seitlich herausgeführten Bereich ebenfalls nach unten in Richtung der Platine 4 und der Leiterplatte 6 abgekröpft, um eine platzsparende Anordnung der entsprechenden Anschlüsse des Pluspols und Minuspols innerhalb der Höhererstreckung des Umrichters 1 zu erzielen.

[0047] Durch die Befestigungsmittel 20a, 20b und die von den Hülsen gebildeten Metallkörper 16a, 16b kann eine flächige Verpressung der Leiterplatte 6 auf den Kühlkörper 21 um den Bereich der Hülsen im inneren Bereich der Leiterplatte 6 erzielt werden. Um bei einer Erwärmung des Leistungsmoduls 3 ein Abheben der Leiterplatte 6 von dem Kühlkörper 21 zu vermeiden, ist der erfindungsgemäße Umrichter 1 - wie in der Figur 5 dargestellt ist - mit dem Druckrahmen 25 zur zusätzlichen Anpressung des Leistungsmoduls 3 an dem Kühlkörper 21 versehen, um ein vollflächiges Anliegen der Leiterplatte 6 auf dem Kühlkörper 21 sicherzustellen.

[0048] Der Druckrahmen 25 steht hierbei mit dem Außenumfang der Leiterplatte 6 des Leistungsmoduls 3 in Wirkverbindung und ist mit mindestens einer entsprechenden, insbesondere einer rahmenartig umlaufenden, Haltenase 26 versehen, die mit der Oberseite der Leiterplatte 6 an deren Außenumfang zusammenwirkt. Die Haltenase 26 an dem rahmenartigen Druckrahmen 25 kann hierbei im Bereich der drei Stromschienen 15 sowie der Stromschienen 35, 36 unterbrochen sein. Die Befestigung des Druckrahmens 25 an dem Kühlkörper 21 und somit die zusätzliche umfangsseitige Verpressung des

Leistungsmoduls 3 auf den Kühlkörper 21 kann über die in den Figuren 1 und 2 näher dargestellten Schraubverbindungen 27 erfolgen, die sich durch Durchgangsbohrungen 30 des Druckrahmens 25 erstrecken und in entsprechende Gewindebohrungen 29 des Kühlkörpers 21 eingeschraubt werden können.

[0049] Über die Befestigungsmittel 27 kann weiterhin - wie in den Figuren 1, 2 und 5 dargestellt ist - ein Deckel 28 an dem Druckrahmen 25 befestigt werden, der den Umrichter 1 nach oben abdeckt. Die Befestigungsmittel 27 sind bevorzugt an den Eckbereichen bzw. den Stirn- und/oder Längsseiten des rahmenartig umlaufenden Druckrahmens 25 angeordnet, wodurch mit einer geringen Anzahl von Befestigungsmitteln 27 und einem entsprechend geringen Montageaufwand ein umfangsseitiges Verpressen der Leiterplatte 6 auf dem Kühlkörper 21 und gegebenenfalls eine Befestigung des Deckels 28 erzielt wird.

[0050] Der erfindungsgemäße Umrichter 1 weist eine Reihe von Vorteilen auf. Durch die Anordnung der Platine 4 des Gleichspannungszwischenkreises 2 direkt oberhalb der Platine 6 des Leistungsmoduls 3 und die Verwendung von oberflächenmontierten Lötstiften 10a, 10b, 10c zur elektrischen und mechanischen Verbindung des Leistungsmoduls 3 mit dem Gleichspannungszwischenkreis 2 kann der Abstand des Leistungsmoduls 3 von dem Gleichspannungszwischenkreis 2 minimiert werden, um einen verbesserten induktionsarmen Aufbau mit minimierten Streuinduktivitäten zu erzielen. Die Lötstifte 10a, 10b, 10c können vollautomatisch bestückt werden, wodurch der Montageaufwand vermindert wird. Die Doppelfunktion der Lötstifte 10a, 10b, 10c zur mechanischen und elektrischen Verbindung des Gleichspannungszwischenkreises 2 mit dem Leistungsmodul 3 ergibt einen einfachen und kostengünstigen Aufbau. Die Stromschienen 15, die an den Metallkörpern 16a, 16b befestigt und über die Metallkörper 16a, 16b an der Leiterplatte 6 befestigt und mit der Leiterplatte 6 elektrisch kontaktiert sind, ermöglichen eine platzsparende und stabile Ausführung der Motorphasenabgänge bei einem geringen Bauaufwand und Montageaufwand. Durch die elektrisch isolierten Befestigungsmittel 20a, 20b und deren Doppelfunktion können die Motorphasenabgänge des Leistungsmoduls 3, die von den Stromschienen 15 und den Metallkörper 16a, 16b gebildet werden, und die mechanische Befestigung des Leistungsmoduls 3 an dem Kühlkörper 21 mit geringem Herstelleraufwand in kostengünstiger Weise realisiert werden, wobei weiterhin eine einfache Montage erzielt wird. Die Anordnung der Stromschienen 15 oberhalb der Platine 4 des Gleichspannungskreises 2 zwischen den Kondensatoren 5 des Gleichspannungszwischenkreises ermöglicht eine platzsparende Anordnung der Motorphasenabgänge mit einem geringen Bauraumbedarf des erfindungsgemäßen Umrichters 1 und erleichtert über die gute Zugänglichkeit der Befestigungsmittel 20a, 20b die Montage des erfindungsgemäßen Umrichters 1 weiter. Gleiches gilt für die Anordnung und Befestigung der den Pluspol und den

Minuspol bildenden Stromschienen 35, 36. Über den erfindungsgemäßen Druckrahmen 25 ist mit geringem Bauaufwand neben den Befestigungsmitteln 20a, 20b eine zusätzliche umfangsseitige Anpressung des Leistungsmoduls 3 an dem Kühlkörper 21 zur wirksamen Kühlung des Umrichters 1 erzielbar. In Verbindung mit den im inneren Bereich der Leiterplatte 6 angeordneten Befestigungsmittel 20a, 20b kann mit dem Druckrahmen 25 eine vollflächiges Anliegen der Leiterplatte 6 auf dem Kühlkörper 21 erzielt und sichergestellt werden und ein Abheben der Leiterplatte 6 von dem Kühlkörper 21 verhindert werden. Über die Befestigungsmittel 27 des Druckrahmens 25 kann weiterhin ein den Umrichter 1 abdeckender Deckel 28 auf einfache Weise an dem Druckrahmen 25 befestigt werden. Durch den erfindungsgemäßen mechanischen Aufbau des Umrichters 1 können einfache und kostengünstige Löttechnologien verwendet werden, wodurch die Herstellung weiter vereinfacht und verbilligt wird.

Patentansprüche

1. Umrichter, insbesondere mehrphasiger Drehstromumrichter, mit einem mindestens einen Leistungshalbleiter aufweisenden Leistungsmodul und einem Kühlkörper, wobei das Leistungsmodul von einer Leiterplatte gebildet sind, die mit einer den Leistungshalbleitern gegenüberliegenden Seite an einem Kühlkörper anliegt und mittels mindestens eines Befestigungsmittels, insbesondere einer Verschraubung, mit dem Kühlkörper in thermischen Kontakt bringbar und an dem Kühlkörper befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur zusätzlichen Anpressung der Leiterplatte (6) an dem Kühlkörper (21) ein Druckrahmen (25) vorgesehen ist.
2. Umrichter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckrahmen (25) mit dem Umfang der Leiterplatte (6) in Wirkverbindung steht.
3. Umrichter nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckrahmen (15) mit mindestens einer Haltenase (26), insbesondere einer rahmenförmig umlaufenden Haltenase (26), versehen ist, die mit der Oberseite der Leiterplatte (6) an deren Außenumfang zusammenwirkt.
4. Umrichter nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckrahmen (25) mittels mindestens eines Befestigungsmittels (27), insbesondere einer Schraubverbindung, an dem Kühlkörper (21) befestigbar ist.
5. Umrichter nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein den Umrichter (1) abdeckender Deckel (28) vorgesehen ist, der mittels des Befestigungsmittels (27) an dem Druckrahmen (25) befe-

stigbar ist.

6. Umrichter nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Befestigungsmittel (27) jeweils in einem Eckbereich oder den Stirn- und/oder Längsseiten des Druckrahmens (25) angeordnet ist.
7. Umrichter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Umrichter einen Gleichspannungszwischenkreis (2) aufweist, wobei der Gleichspannungszwischenkreis (2) von einer plattenförmigen, mit zumindest einem Kondensator (5) versehenen Platine (4) gebildet ist, wobei die Platine (4) und die Leiterplatte (6) des Leistungsmoduls (3) in parallelen Ebenen übereinander angeordnet sind.
8. Umrichter nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Platine (4) des Gleichspannungszwischenkreises (2) und die Leiterplatte (6) des Leistungsmoduls (3) mittels Lötstiften (10a; 10b; 10c) elektrisch und mechanisch miteinander verbunden sind.
9. Umrichter nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Lötstifte (10a; 10b; 10c) an der der Platine (4) zugewandten Oberseite der Leiterplatte (6) montiert sind und sich durch Aufnahmebohrungen (12) der Platine (4) erstrecken, wobei die Lötstifte (10a; 10b; 10c) einen Durchmesserabsatz (11) zur Halterung der Platine (4) aufweisen.
10. Umrichter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leiterplatte (6) als IMS-Leiterplatte ausgebildet ist, die mit den Leistungshalbleitern (7) bestückt ist.
11. Umrichter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leistungsstromanschlüsse des Leistungsmoduls (3) von jeweils einer streifenförmigen Stromschiene (15) gebildet ist, die mittels des Befestigungsmittel (20a, 20b) an mindestens einem Metallkörper (16a, 16b) befestigt ist und über den Metallkörper (16a; 16b) mit der Leiterplatte (6) elektrisch verbunden und an der Leiterplatte (6) befestigt ist.
12. Umrichter nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromschiene (15) oberhalb der Platine (4) angeordnet ist, wobei sich der Metallkörper (16a; 16b) durch jeweils eine Ausnehmung (17) der Platine (4) erstreckt.
13. Umrichter nach Anspruch 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromschiene (15) zwischen Kondensatoren (5) des Gleichspannungszwischenkreises (2) angeordnet ist, die auf der Platine (4) angeordnet sind.

14. Umrichter nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Stromschiene (15) in einem seitlich neben der Platine (4) angeordneten und aus dem Druckrahmen (25) herausgeführten Bereich mit einem Anschluss (18), insbesondere einem Bolzen, für einen Leistungsstromabgriff versehen ist. 5
15. Umrichter nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Metallkörper (16a; 16b) als Hülse ausgebildet sind, wobei das Befestigungsmittel (20a, 20b) als isolierte Verschraubung ausgebildet ist und die Stromschiene (15) mittels der isolierten Verschraubung an der Hülse befestigt ist. 10 15
16. Umrichter nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Metallkörper (16a; 16b) mit der Leiterplatte (6) des Leistungsmoduls (3) verlötet ist. 20
17. Umrichter nach einem der Ansprüche 11 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der von der Hülse gebildete Metallkörper (16a; 16b) mittels des Befestigungsmittels (20a; 20b) mit der Leiterplatte (6) des Leistungsmoduls (3) verpressbar ist. 25

30

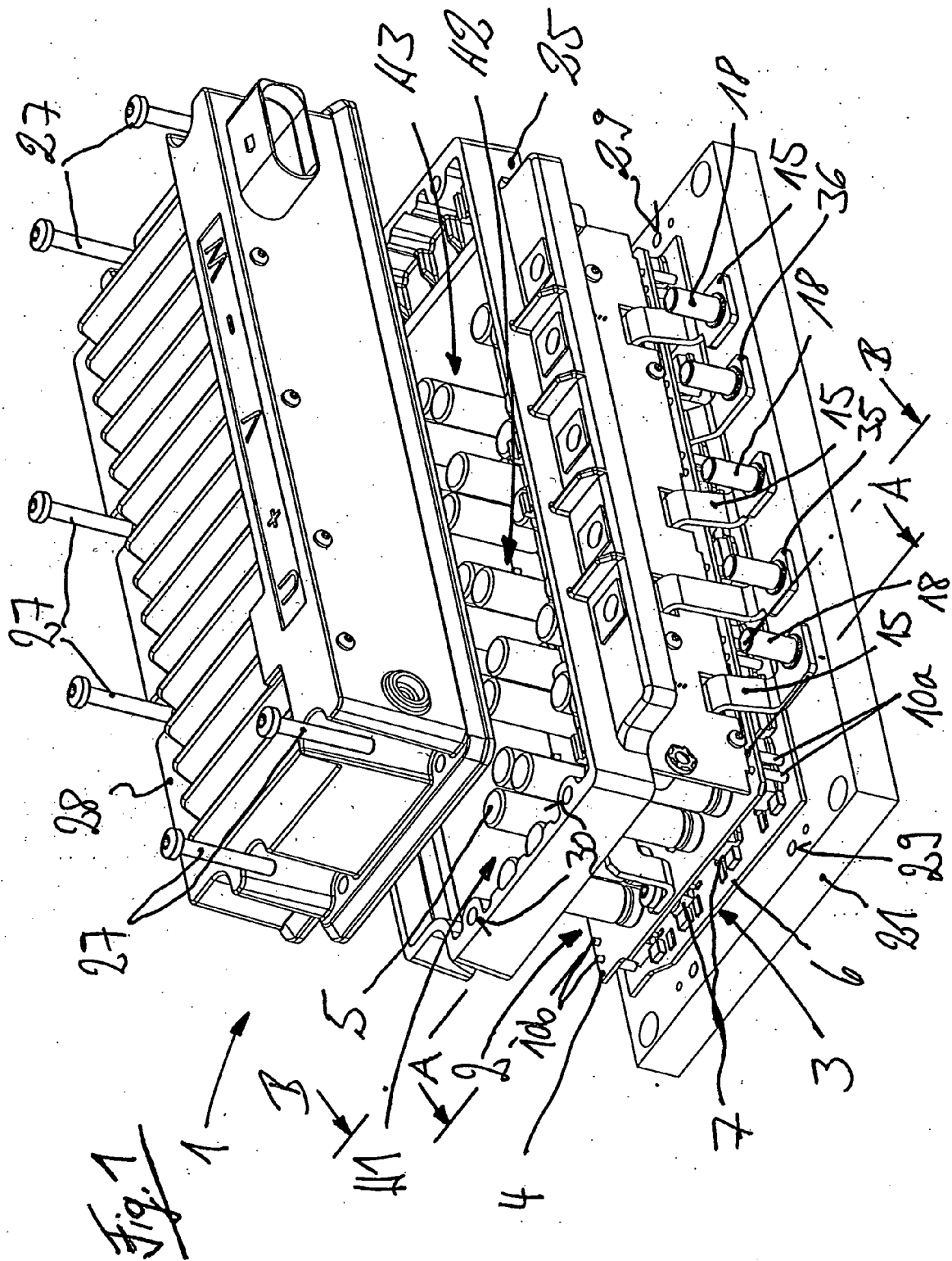
35

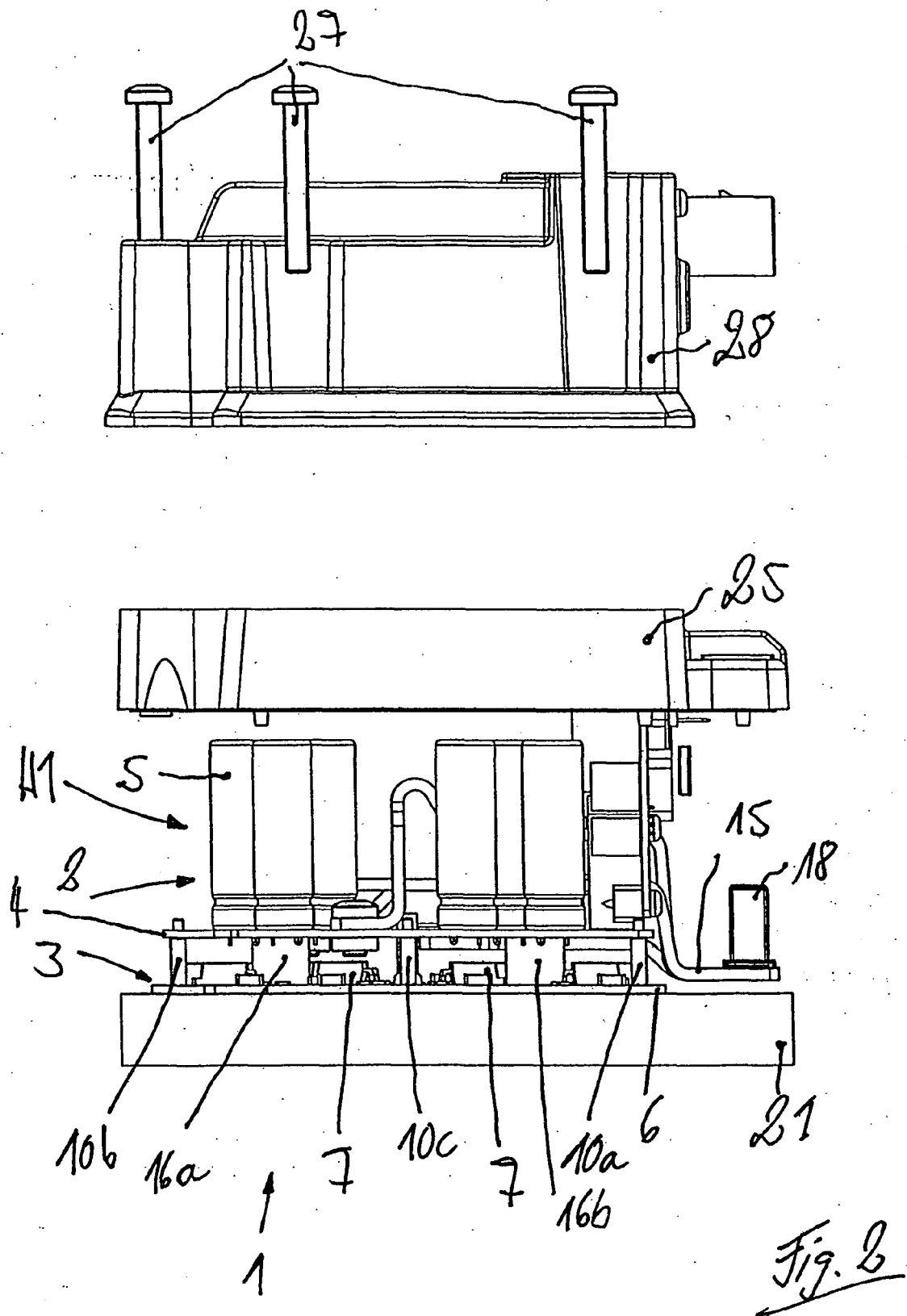
40

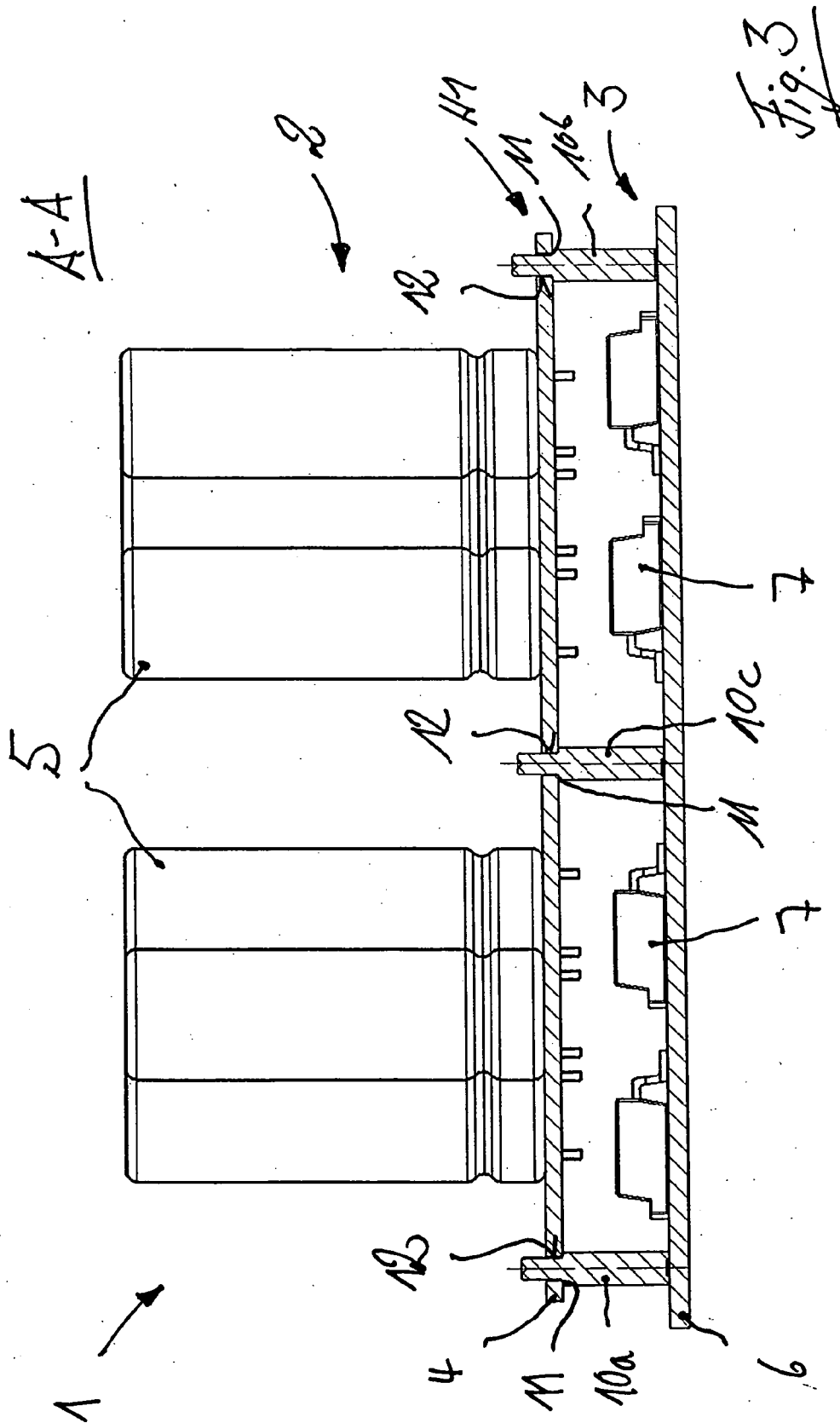
45

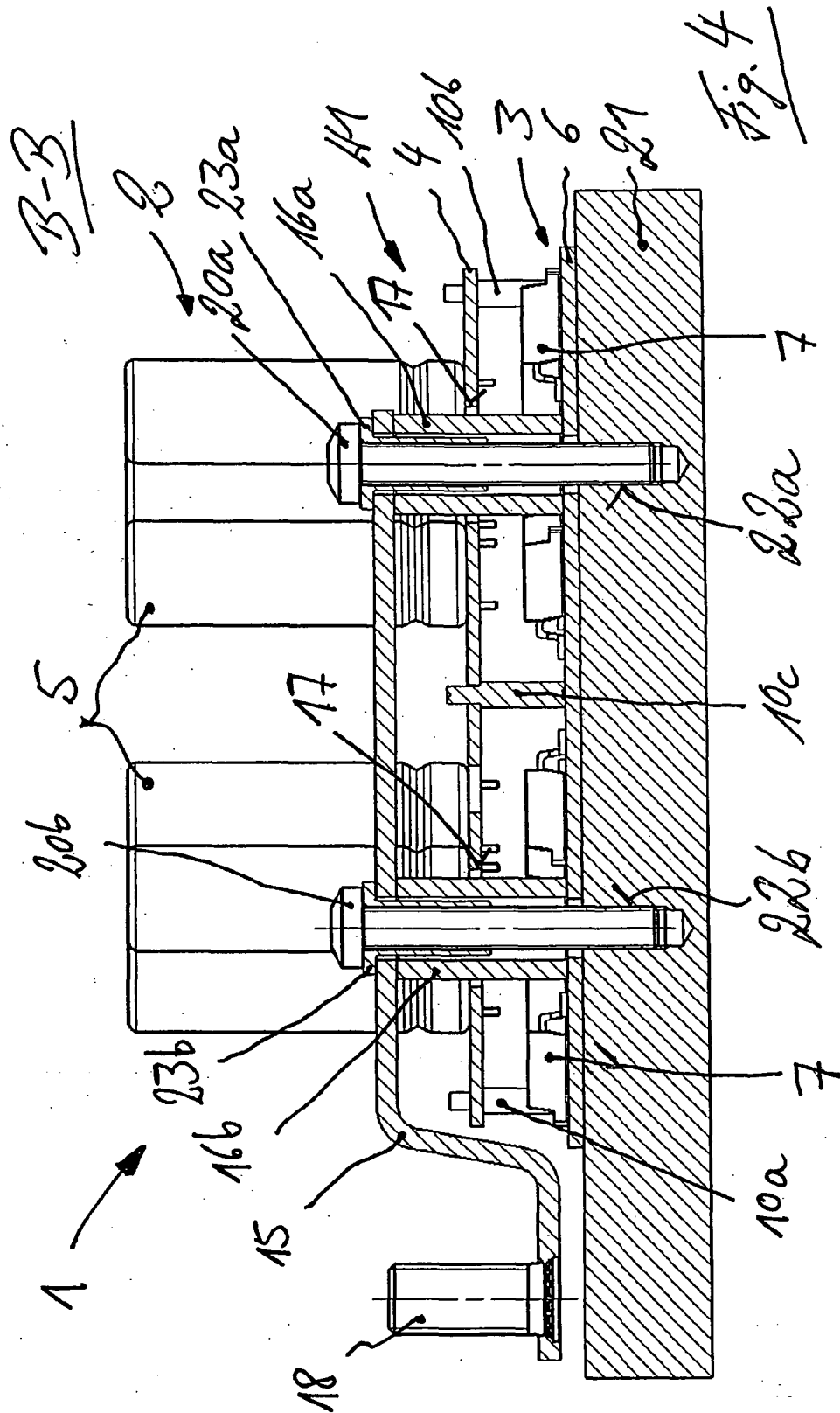
50

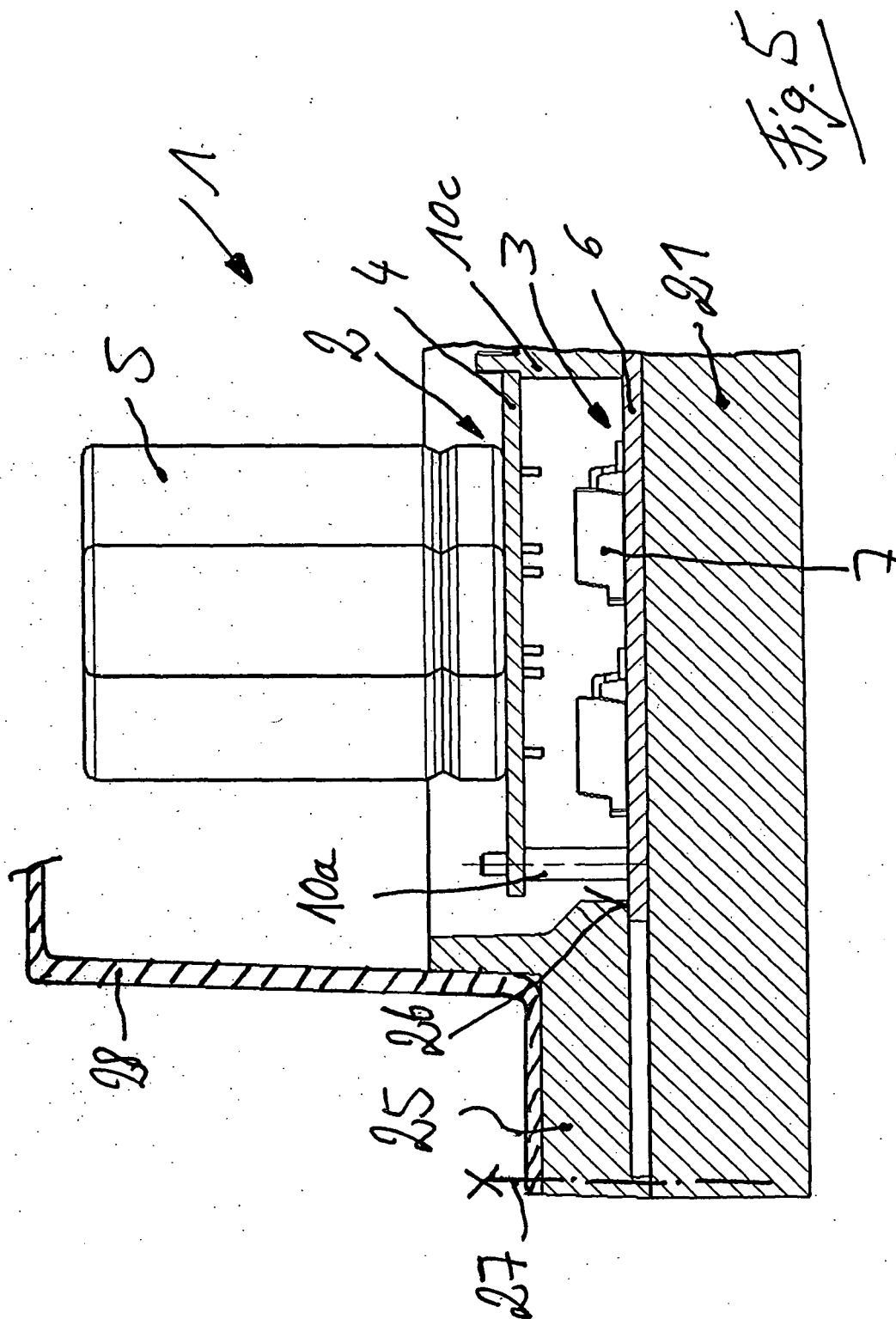
55











IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1083599 B1 [0004]
- EP 0711107 B1 [0006]